

---

# Curso de Micro controladores PIC

## Módulo 10 – MSSP: I2C

Juan González Gómez  
Ricardo Gómez González  
Andrés Prieto-Moreno Torres

# Índice

---

1. Introducción al I2C
2. Registros I2C PIC16f876A
3. Ejemplo de Uso

### Protocolo de comunicaciones:

1. Permite la transferencia de datos de un dispositivo a otro
2. Es Serie (SDA)
3. Es Síncrono (SCL)
4. Bidireccional
5. Muy extendido
6. Modelo maestro – esclavo

En el PIC se encuentra en el recurso **MSSP module**, compartido con el SPI.

## Introducción al I2C

---

- Todas las transferencias están sincronizadas con la señal de reloj .
- El maestro es quien controla el reloj, los esclavos sólo pueden poner esta línea a nivel bajo para indicar que están ocupados.
- Es bidireccional pero controlado por el maestro.
- Sólo tiene dos señales:  
    **SDA:** Serial Data  
    **SCL:** Serial Clock
- Un maestro y varios esclavos. Los dispositivos tienen direcciones para evitar más líneas extras de Chip Select.

## Resistencias de PULL-UP

---

El **I2C** necesita resistencias de **PULL-UP** ya que los dispositivos sólo pueden poner las líneas a nivel bajo. Esto es debido a un **mecanismo de seguridad**.

Si dos dispositivos quieren actuar sobre la misma línea al mismo tiempo, lo único que harán será ponerla a 0 voltios, lo cual es no dañino.

Valor dependiente de la frecuencia.

<100 kbps  
4K7

100 kbps  
2K2

400 kbps  
1K

# Protocolo I2C

---

El protocolo se puede estudiar mediante el establecimiento de una serie de bloques o condiciones.



Condición de arranque (Start Condition)



Condición de parada (Stop Condition)



Condición de re-arranque (Restart Condition)



Transmisión de datos (Data Transfer)



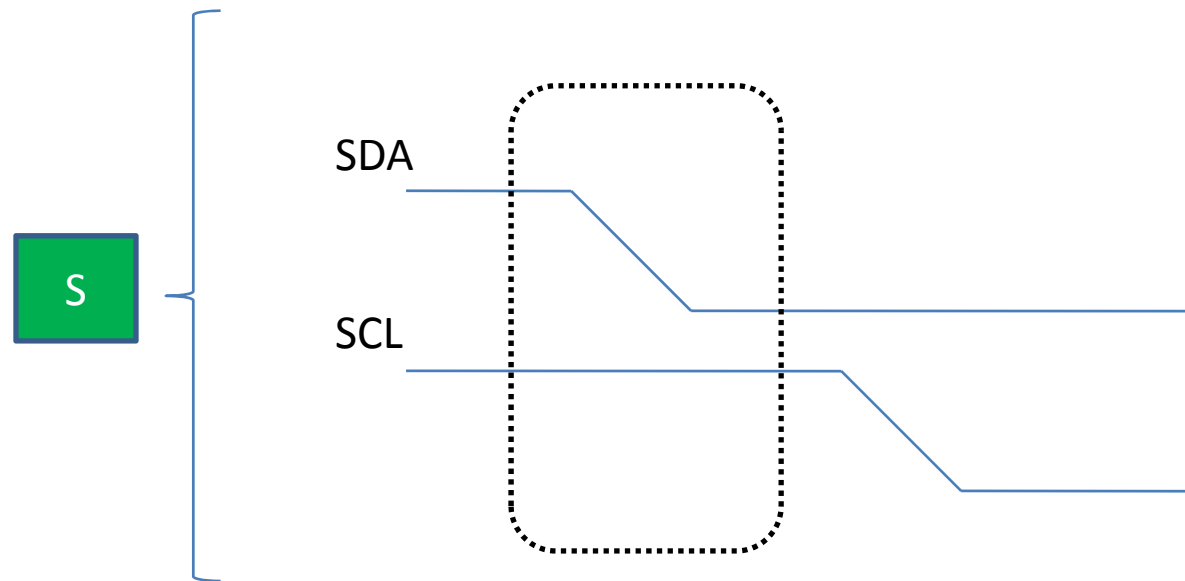
Condición de Acknowledge (ACK/NACK Condition)

## Start Condition

Indica que va a comenzar una transmisión de datos

Inicializa el BUS I2C

SDA se pone a nivel bajo cuando SCL está a nivel alto

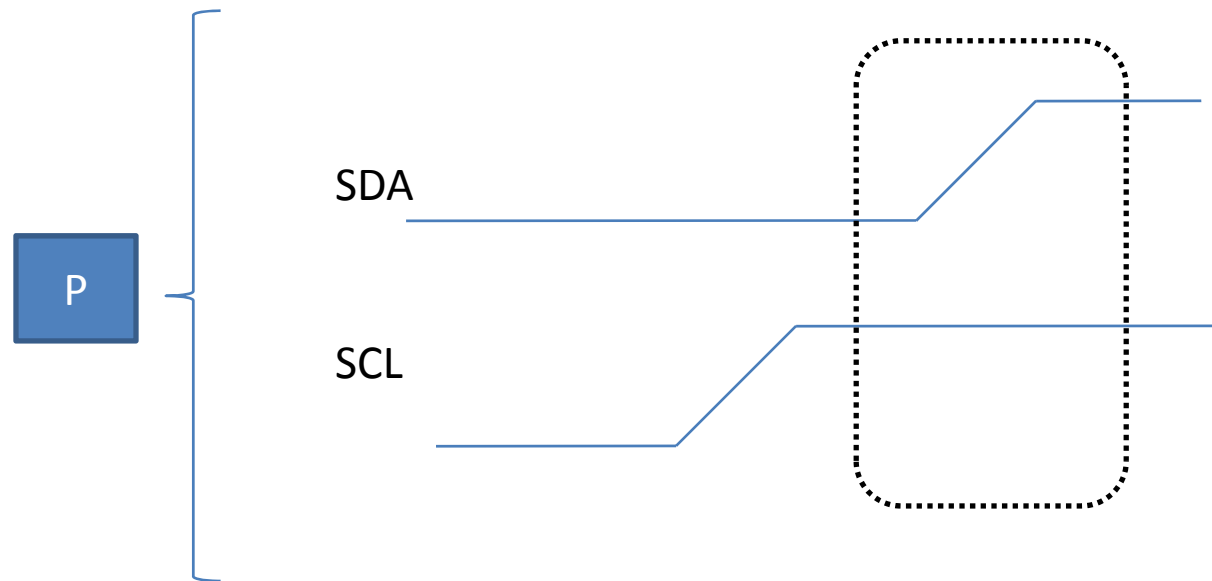


## Stop Condition

Indica que va a dejar libre el BUS I2C

Desocupa el BUS I2C

SDA se pone a nivel alto cuando SCL está a nivel alto



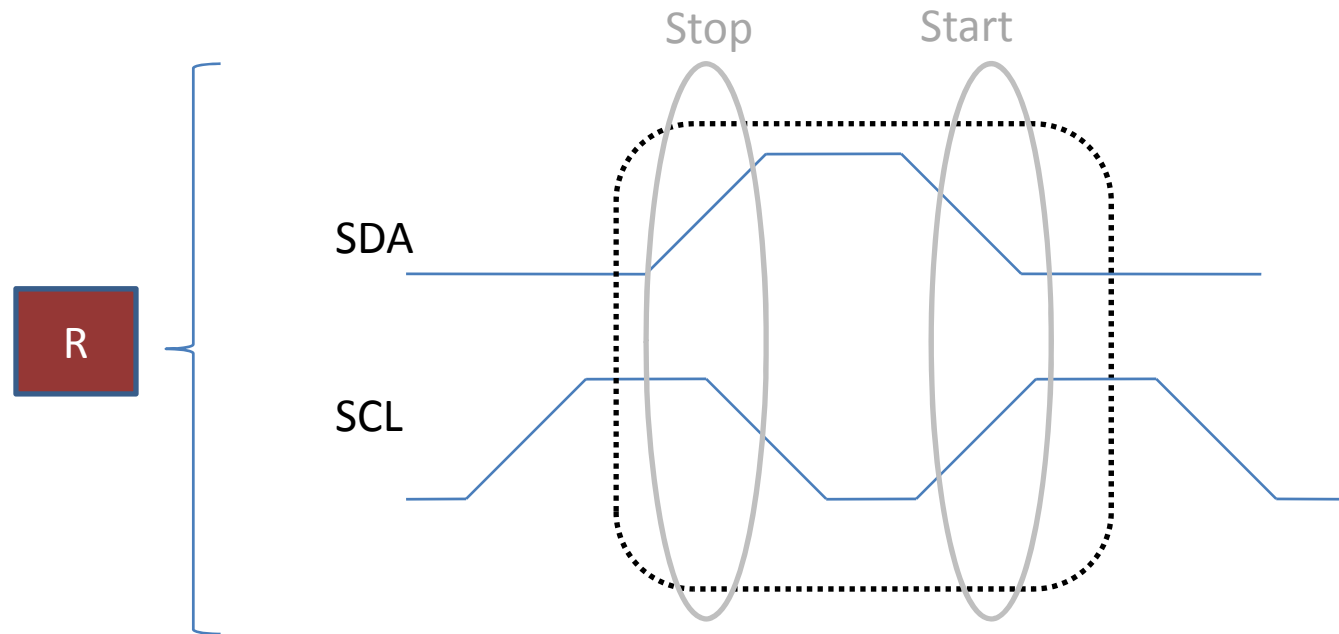


## Restart Condition

Indica que queremos seguir transmitiendo pero sin soltar el BUS.

Reinicia el BUS I2C

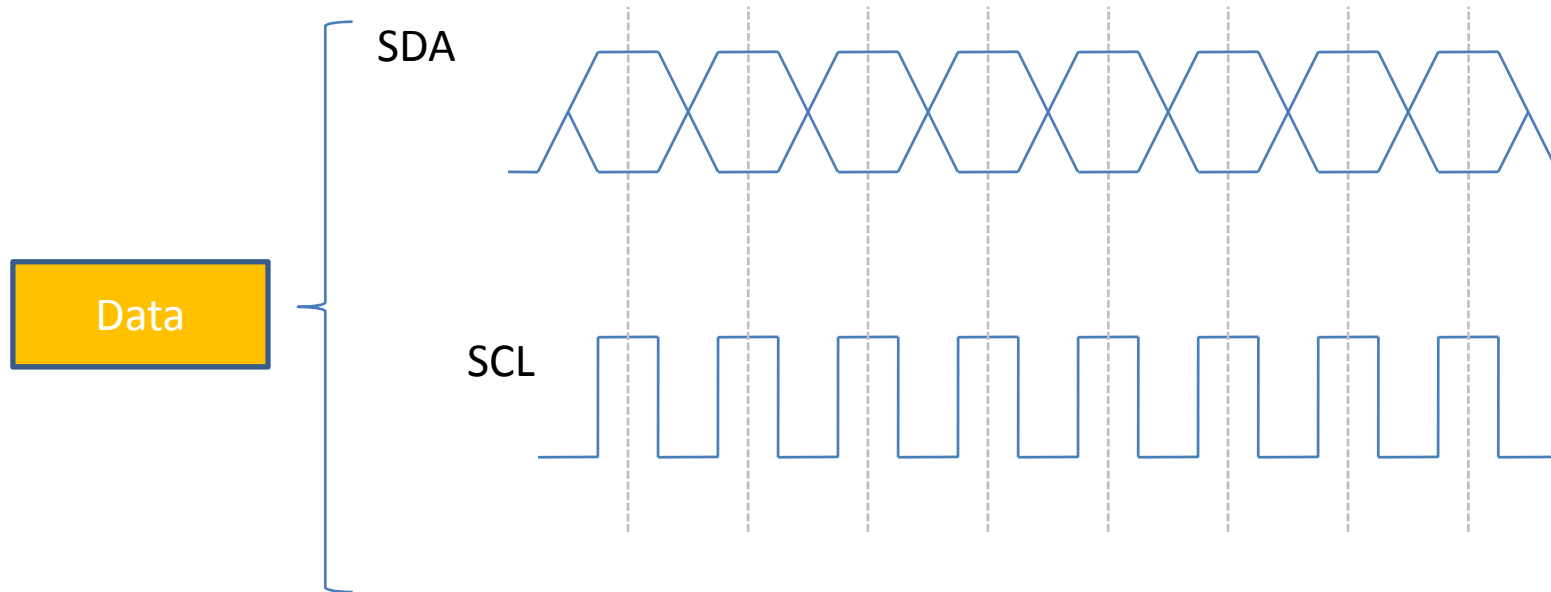
Se usa cuando un START no sigue a un STOP



## Transferencia de Datos

Cada dato está formado por 8 bits

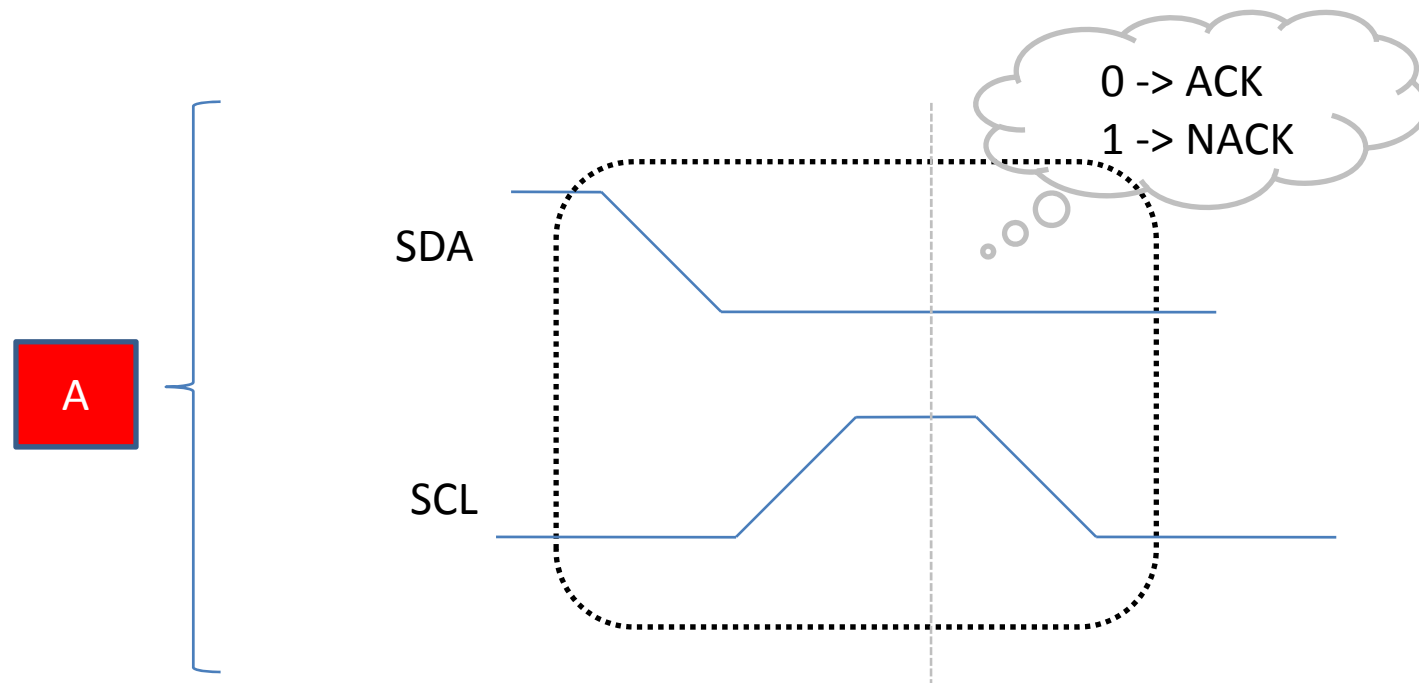
El dato es válido cuando la señal SCL está a nivel alto



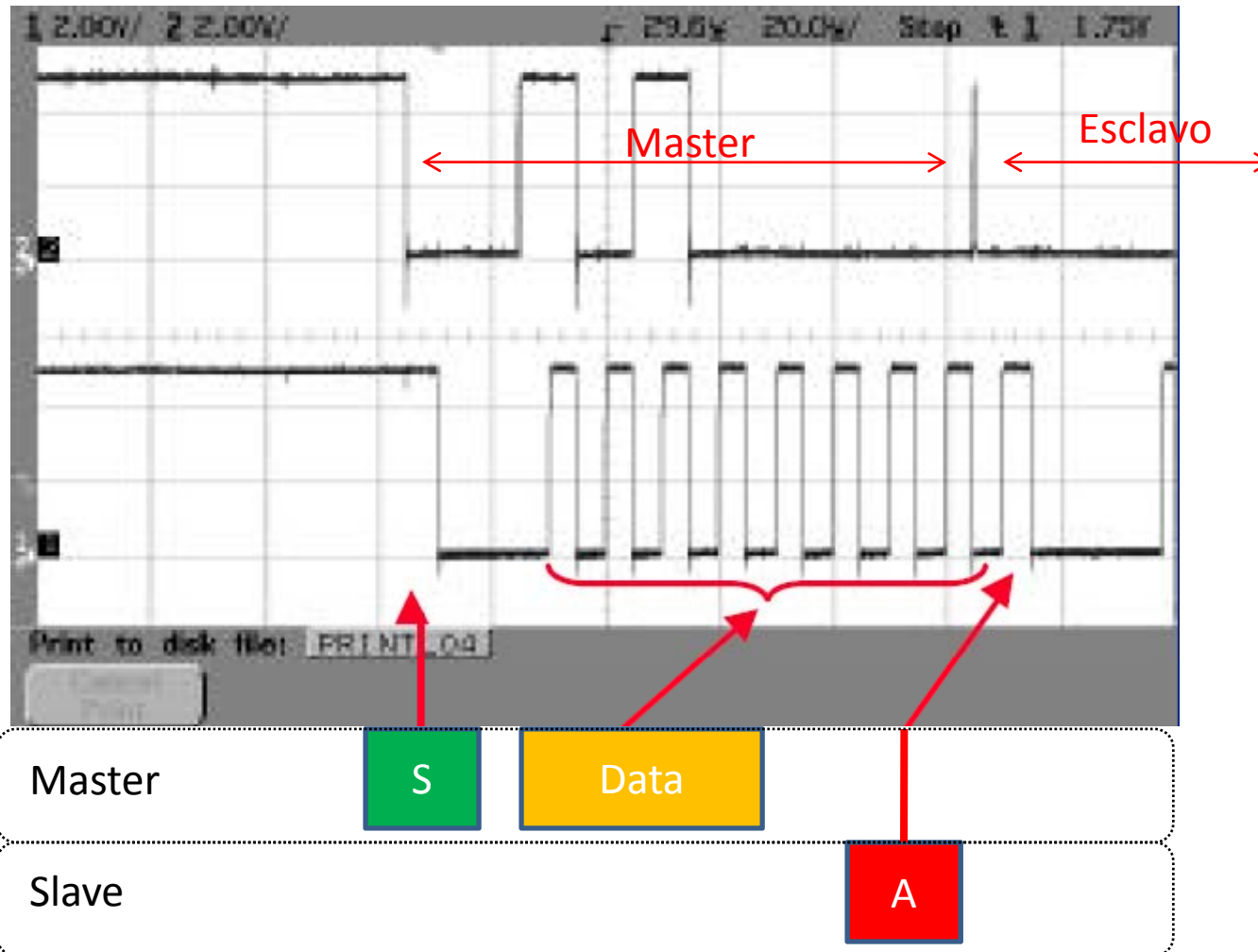
## Validación (Acknowledge)

Validación de una transferencia por parte de un dispositivo.

El receptor pone a nivel bajo la línea SDA



# SCL

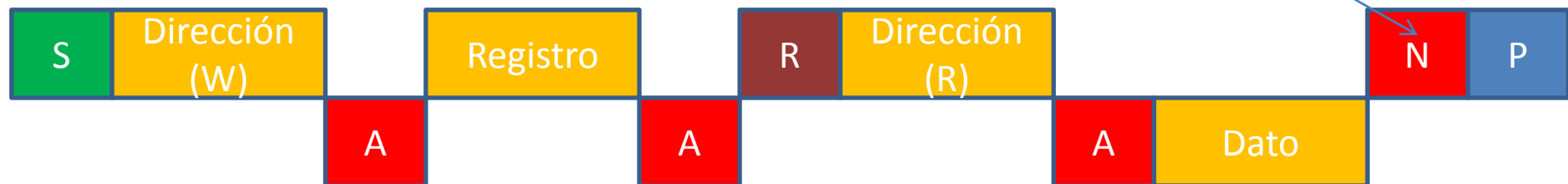


# Comunicación I2C

## Escritura



## Lectura

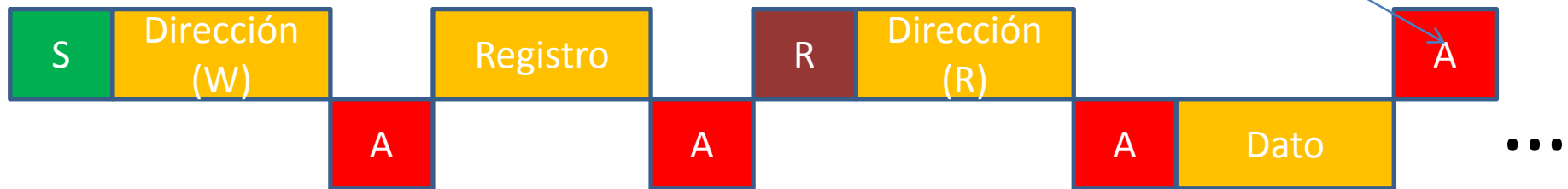


Depende del esclavo, en este caso indicamos que ya no queremos recibir más información.

## Lectura de más de un byte

(Ejemplo, depende del esclavo)

Depende del esclavo, en este caso indicamos que queremos recibir más datos



Indicamos que no queremos más datos

# Índice

---

1. Introducción al I2C
2. Registros I2C PIC16f876A
3. Ejemplo de Uso

## Registros I2C en PIC

### SSPSTAT: MSSP STATUS REGISTER (I<sup>2</sup>C MODE) (ADDRESS 94h)

R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
SMP	CKE	D/ $\bar{A}$	P	S	R/ $\bar{W}$	UA	BF
bit 7							bit 0

**SMP:** Slew Rate Control bit ( desactivar para frecuencias <100K )

**CKE:** Activación BUS SMBus

**D/ $\bar{A}$ :** En modo esclavo indica si se ha recibido una dirección o un dato

**P:** Condición de Stop detectada

**S:** Condición de Start detectada

**R/ $\bar{W}$ :** bit que acompaña a la última dirección recibida

**UA:** Modo esclavo, con transferencia de 10-bits.

**BF:** Estado del registro de recepción/transmisión de datos.



## Registros I2C en PIC

---

### SSPCON1: MSSP CONTROL REGISTER 1 (I<sup>2</sup>C MODE) (ADDRESS 14h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0
bit 7							bit 0

**WCOL:** Colisión de datos

**SSPOV:** Overflow

**SSPEN:** Activación del MSSP

**CKP:** En modo esclavo detiene el reloj

**SSPM3..0:** Modo de funcionamiento

1000 MASTER ( $\text{clk} = \text{Fosc} / (4 * (\text{SSPADD} + 1))$ )

## Registros I2C en PIC

### SSPCON2: MSSP CONTROL REGISTER 2 (I<sup>2</sup>C MODE) (ADDRESS 91h)



**GCEN:** Activar interrupciones

**ACKSTAT:** Estado del ACK (recibido?)

**ACKDT:** Valor del ACK

**ACKEN:** Mandar el ACK almacenado en ACKDT

**RCEN:** Activa recepción

**PEN:** Activar condición de STOP

**RSEN:** Activar condición de Restart

**SEN:** Activar condición de Start

### **Otros registros relacionados con I2C**

**SSPBUF** : Registro donde depositamos el dato a mandar, o donde recibimos

**SSPSR**: No accesible por el usuario. Registro de desplazamiento

**SSPADD**: Lo usamos para indicar la velocidad del bus en modo Maestro o para indicar la dirección del módulo en esclavo.

Bit **SSPIF** del Registro **PIR1** se activa ante estas situaciones

- Start condition

- Stop condition

- Data enviado o recibido

- ACK enviado

- Repeated start

(Muy útil para tener un mecanismo de comprobación del estado de las comunicaciones)

# Índice

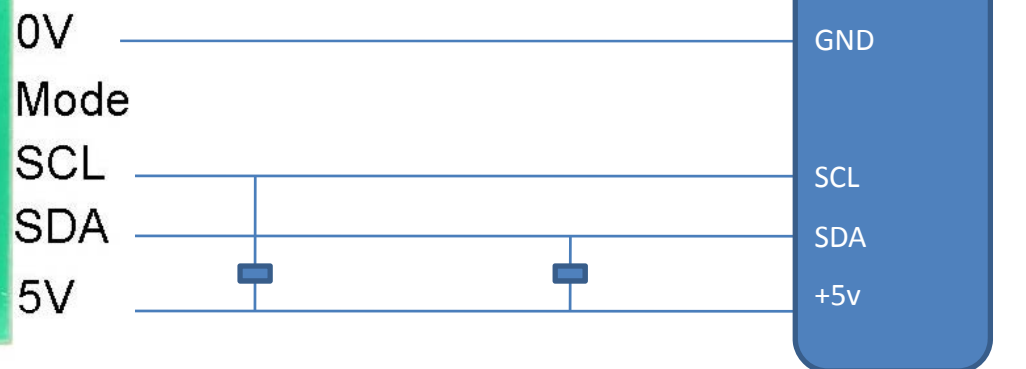
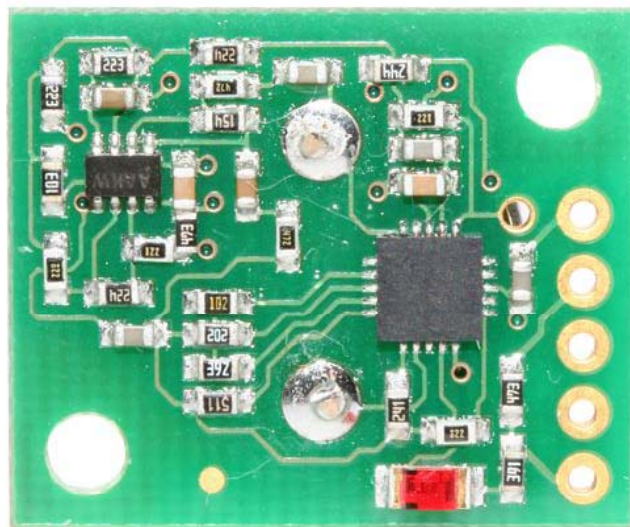
---

1. Introducción al I2C
2. Registros I2C PIC16f876A
3. Ejemplo de Uso

# Sensor ultrasonidos SRF02



Con un único transductor tenemos emisor y receptor  
Conexión serie o I2C (niveles TTL)  
Dirección interna seleccionable entre 16 valores  
**E0**, E2, E4, ... FE (por defecto E0)  
Medidas de 15cm a 600cm



## SRF02 (Registros)

---

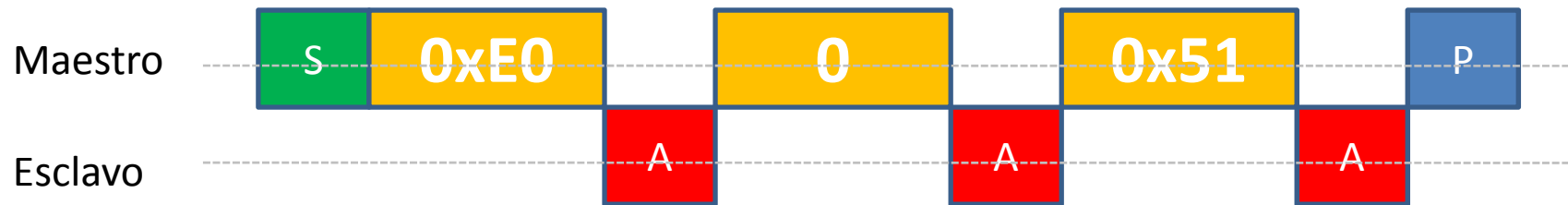
Registros Nº	Modo de lectura	Modo de Escritura
0	Revisión de software interno 0x05	Registros de comandos
1	No usado (se lee 0x18)	No disponible
2	Byte alto de la medidad realizada	No disponible
3	Byte bajo de la medidad realizada	No disponible
4	Byte alto del valor mínimo de distancia	No disponible
5	Byte bajo del valor mínimo de distancia	No disponible

## SRF02 (comandos)

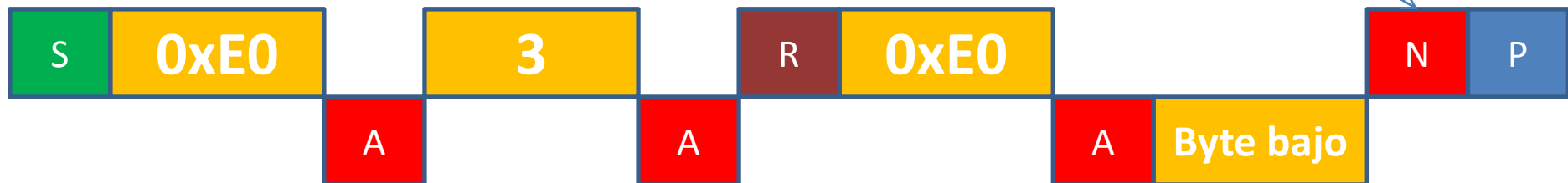
Comandos		Descripción
Decimal	Hexadecimal	
80	0x50	Iniciar una nueva medición real. Resultado en pulgadas
81	0x51	Iniciar una nueva medición real. Resultado en centímetros
82	0x52	Iniciar una nueva medición real. Resultado en microsegundos
86	0x56	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en pulgadas
87	0x57	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en centímetros
88	0x58	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en microsegundos
92	0x5C	Transmite una ráfaga de 8 ciclos de 40khz- no hace cálculos de medición
96	0x60	Fuerza un reinicio del sonar SRF02 realizando un ciclo de autoajuste.
160	0xA0	1º comando de la secuencia para cambiar la dirección I2C
165	0xA5	3º comando de la secuencia para cambiar la dirección I2C
170	0xAA	2º comando de la secuencia para cambiar la dirección I2C

## SRF02 (Ejemplos)

### Lanzar una medida de distancia en cm



### Lectura del byte bajo



Depende del esclavo, en este caso indicamos que ya no queremos recibir más información.